

DERWENT-ACC-NO: 1999-014894

BEST AVAILABLE COPY

DERWENT-WEEK: 199904

COPYRIGHT 2006 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Collision avoidance system for motor vehicle - performs
collision possibility evaluation for avoiding vehicle
collision based on three dimensional image of objects
ahead in travel path of vehicle

PATENT-ASSIGNEE: FUJI HEAVY IND LTD[FUJH]

PRIORITY-DATA: 1997JP-0086880 (April 4, 1997)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	
MAIN-IPC				
JP 10283593 A	October 23, 1998	N/A	012	G08G
001/16				

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP 10283593A	N/A	1997JP-0086880	April 4, 1997

INT-CL (IPC): B60R021/00, G08G001/16

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 10283593A

BASIC-ABSTRACT:

The system uses a speed sensor (4) which detects the speed of the vehicle. The condition of the road in front of the vehicle is detected by a stereo optical system (10). The stereo optical system provides a three dimensional image of the objects in the travel direction of the vehicle.

Each object is extracted and a calculation performed. For each object, a collision possibility evaluation is made. Based on the evaluation a control is performed to avoid collision.

ADVANTAGE - Enables evaluation of several obstructions for vehicle in travel path.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/16

TITLE-TERMS: COLLIDE AVOID SYSTEM MOTOR VEHICLE PERFORMANCE COLLIDE POSSIBILITY
EVALUATE AVOID VEHICLE COLLIDE BASED THREE DIMENSION IMAGE OBJECT
AHEAD TRAVEL PATH VEHICLE

DERWENT-CLASS: Q17 W06

EPI-CODES: W06-A06A;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1999-011665

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-283593

(43)公開日 平成10年(1998)10月23日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	F I
G 0 8 G 1/16		G 0 8 G 1/16 C
B 6 0 R 21/00	6 2 0	B 6 0 R 21/00 6 2 0 Z

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平9-86880

(22)出願日 平成9年(1997)4月4日

(71)出願人 000005348

富士重工業株式会社

東京都新宿区西新宿一丁目7番2号

(72)発明者 堀 圭二

東京都三鷹市大沢3丁目9番6号 株式会

社スバル研究所内

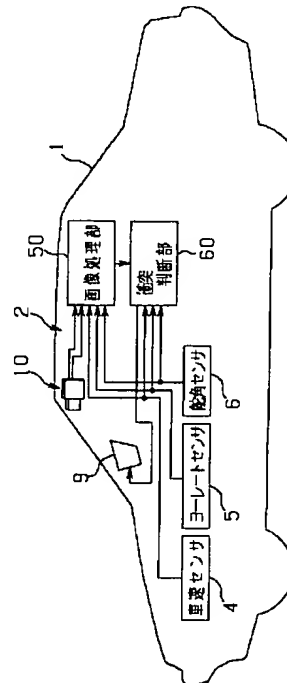
(74)代理人 弁理士 伊藤 進

(54)【発明の名称】 車両の衝突防止装置

(57)【要約】

【課題】自車両の走行方向に存在する複数の車両や障害物との衝突の可能性を的確かつ素早く評価して確実な衝突防止を図ることができる。

【解決手段】ステレオ光学系10で撮像した1対の画像を画像処理部50で処理して画像全体に渡る3次元の距離分布を算出し、その距離分布情報から道路形状や立体物の3次元位置を高速で検出すると、衝突判断部60でこの画像処理部50で検出された道路形状、車速センサ4、ヨーレートセンサ5、舵角センサ6からの入力データに基づいて自車両1の走行領域を設定し、この走行領域内あるいはこの走行領域に掛かる全ての車両や障害物を画像処理部50で検出された複数の車両や障害物の中から抽出し、抽出した全ての車両や障害物について、自車両1の衝突可能性の評価値として衝突危険度を算出し、この衝突危険度の高いものが1つでもある場合はディスプレイ9に表示して運転者に警告を発する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 自車両の走行状態を検出する走行状態検出手段と、上記自車両の走行方向の道路形状と立体物を検出する走行環境検出手段と、上記自車両の上記走行状態と上記道路形状の検出結果に基づき上記自車両の走行領域を設定する走行領域設定手段と、上記走行領域内とこの走行領域に掛かる全ての立体物を上記走行環境検出手段で検出した上記立体物から抽出する走行領域立体物抽出手段と、上記抽出した全ての立体物について予め設定しておいた演算を行い、それぞれの立体物に対して上記自車両の衝突可能性を評価する衝突可能性評価手段と、上記全ての立体物に対する衝突可能性に基づき所定に制御出力する出力手段とを備えたことを特徴とする車両の衝突防止装置。

【請求項2】 上記出力手段は、上記走行領域立体物抽出手段で抽出した上記全ての立体物から上記自車両に最も距離が近い立体物を抽出して、この最接近立体物について得られる衝突可能性の情報を基に所定に制御出力する第一の制御出力部と、上記衝突可能性評価手段での上記全ての立体物に対する衝突可能性に基づき所定に制御出力する第二の制御出力部とで形成したことを特徴とする請求項1記載の車両の衝突防止装置。

【請求項3】 上記走行環境検出手段は、ステレオ光学系で撮像した画像を処理して上記自車両の走行方向の道路形状と立体物を検出するものであることを特徴とする請求項1又は請求項2記載の車両の衝突防止装置。

【請求項4】 上記走行環境検出手段は、スキャン式レーザレーダと単眼式カメラとを組み合わせ、これらから得られる情報を処理して上記自車両の走行方向の道路形状と立体物を検出するものであることを特徴とする請求項1又は請求項2記載の車両の衝突防止装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自車両の進行路上に存在する障害物を検出して衝突判断を行う車両の衝突防止装置に関する。

【0002】

【従来の技術】最近では、自動車にTVカメラやレーザ・レーダ等を搭載して前方の車両や障害物を検知し、それらに衝突する危険度を判定して運転者に警報を発したり、自動的にブレーキを作動させて停止させる、あるいは、先行車との車間距離を安全に保つよう自動的に走行速度を増減する等のASV(Advanced Safety Vehicle; 先進安全自動車)に係わる技術の開発が積極的に進められている。

【0003】ところで、通常の道路状況では、自車両の前方には複数の車両や障害物が存在しており、それら全ての車両や障害物と衝突する可能性が存在している。自動車を運転する運転者は、自車両の前方の先行車のみでなく、上記全ての車両や障害物に対しても注意を払わな

くてはならない。

【0004】複数の危険要因を総合的に評価できる車両を実現するものとして、例えば、特開平5-54291号公報で、先行車との追突の衝突要因を含む車両を取り囲む様々な危険要因を同時に評価し、最も重要な危険要因を運転者に報知しようとする技術が示されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、通常の道路状況では衝突要因だけでも上述したように、自車両前方の複数の車両や障害物との衝突の可能性がある、上記従来例のように自車両前方の衝突に関して先行車との衝突のみを設定しておくだけでは不十分である。例えば、図11に示すような走行状態では、先行車M1は、前方の路上駐車車両M0に気づいて車線の右寄りを走行し、駐車車両M0の脇をすり抜けてM1'の位置に移動しようとするが、自車両1の運転者は駐車車両M0に気付かず、車線の中央を走行し続けてしまい、自車両1にとっては先行車M1より、その前方にいる駐車車両M0の方が衝突する可能性が高い。すなわち、従来例では先行車M1のみが衝突警報の対象とされ、より注意すべき駐車車両M0が無視されてしまう。

【0006】本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、自車両の走行方向に存在する複数の車両や障害物との衝突の可能性を的確かつ素早く評価して確実な衝突防止を図ることのできる信頼性の高い車両の衝突防止装置を提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため請求項1記載の本発明による車両の衝突防止装置は、自車両の走行状態を検出する走行状態検出手段と、上記自車両の走行方向の道路形状と立体物を検出する走行環境検出手段と、上記自車両の上記走行状態と上記道路形状の検出結果に基づき上記自車両の走行領域を設定する走行領域設定手段と、上記走行領域内とこの走行領域に掛かる全ての立体物を上記走行環境検出手段で検出した上記立体物から抽出する走行領域立体物抽出手段と、上記抽出した全ての立体物について予め設定しておいた演算を行い、それぞれの立体物に対して上記自車両の衝突可能性を評価する衝突可能性評価手段と、上記全ての立体物に対する衝突可能性に基づき所定に制御出力する出力手段とを備えたものである。

【0008】また、請求項2記載の本発明による車両の衝突防止装置は、請求項1記載の車両の衝突防止装置において、上記出力手段は、上記走行領域立体物抽出手段で抽出した上記全ての立体物から上記自車両に最も距離が近い立体物を抽出して、この最接近立体物について得られる衝突可能性の情報を基に所定に制御出力する第一の制御出力部と、上記衝突可能性評価手段での上記全ての立体物に対する衝突可能性に基づき所定に制御出力する第二の制御出力部とで形成したものである。

【0009】さらに、請求項3記載の本発明による車両の衝突防止装置は、請求項1又は請求項2記載の車両の衝突防止装置において、上記走行環境検出手段は、ステレオ光学系で撮像した画像を処理して上記自車両の走行方向の道路形状と立体物を検出するものである。

【0010】また、請求項4記載の本発明による車両の衝突防止装置は、請求項1又は請求項2記載の車両の衝突防止装置において、上記走行環境検出手段は、スキャン式レーザレーダと単眼式カメラとを組み合わせ、これらから得られる情報を処理して上記自車両の走行方向の道路形状と立体物を検出するものである。

【0011】上記請求項1記載の発明では、走行状態検出手段で自車両の走行状態を検出し、走行環境検出手段で上記自車両の走行方向の道路形状と立体物を検出し、走行領域設定手段で上記自車両の上記走行状態と上記道路形状の検出結果に基づき上記自車両の走行領域を設定して、走行領域立体物抽出手段で上記走行領域内とこの走行領域に掛かる全ての立体物を上記走行環境検出手段で検出した上記立体物から抽出する。そして、衝突可能性評価手段で上記抽出した全ての立体物について予め設定しておいた演算を行い、それぞれの立体物に対して上記自車両の衝突可能性を評価して、出力手段で上記全ての立体物に対する衝突可能性に基づき所定に制御出力する。

【0012】また、上記請求項2記載の発明では、請求項1記載の発明において、上記出力手段は、第一の制御出力部からは、上記走行領域立体物抽出手段で抽出した上記全ての立体物から上記自車両に最も距離が近い先行車等の立体物を抽出して、この先行車等の最接近立体物について得られる衝突可能性の情報を基に所定に制御出力する一方、第二の制御出力部からは、上記衝突可能性評価手段での上記全ての立体物に対する衝突可能性に基づき所定に制御出力する。

【0013】さらに、上記請求項3記載の発明では、請求項1又は請求項2記載の発明において、上記走行環境検出手段は、ステレオ光学系で撮像した画像を処理して上記自車両の走行方向の道路形状と立体物を検出する。

【0014】また、上記請求項4記載の発明では、請求項1又は請求項2記載の発明において、上記走行環境検出手段は、スキャン式レーザレーダと単眼式カメラとを組み合わせ、これらから得られる情報を処理して上記自車両の走行方向の道路形状と立体物を検出する。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図1～図11は本発明の実施の第1形態に係わり、図1は衝突防止装置の構成図、図2は衝突防止装置の回路ブロック図、図3は衝突判断処理のフローチャート、図4は走行領域設定ルーチンのフローチャート、図5は走行領域設定ルーチンの他の例のフローチャート、図6は警報車間距離－自車両速度－相対速

度の関係のマップの説明図、図7はT0秒走行後の自車両の位置を示す説明図、図8は走行領域を示す説明図、図9は図5の例による車線変更の検出を示す説明図、図10は図5の例による走行領域を示す説明図、図11は前方に駐車車両と先行車とが存在する場合の説明図である。

【0016】図1において、符号1は自動車等の車両（自車両）であり、この車両1に、進行方向に存在する障害物や先行車両等を認識して衝突の危険性を判断し、衝突の危険性がある場合、衝突回避の警報を発して安全を確保する衝突防止装置2が搭載されている。

【0017】上記衝突防止装置2は、車外の対象物を異なる位置から撮像するためのステレオ光学系10、このステレオ光学系10で撮像した画像を処理して道路形状や障害物、先行車両等の立体物を認識する走行環境検出手段としての画像処理部50、及び、この画像処理部50で認識した道路形状や障害物、先行車等立体物のデータから衝突の可能性を判断する衝突判断部60等からなる。そして、上記画像処理部50及び上記衝突判断部60に、車速センサ4、ヨーレートセンサ5、舵角センサ6等の現在の車両の走行状態を検出するための走行状態検出手段としてのセンサが接続され、運転者の前方に設置されたディスプレイ9へ上記衝突判断部60から出力される衝突警報等が表示されるようになっている。

【0018】上記ステレオ光学系10は、車外の対象物を撮像する撮像系としての左右1組のカメラからなる。上記画像処理部50では、上記ステレオ光学系10で撮像した1対の画像の相関を求め、同一物体に対する視差から三角測量の原理により距離を求める、いわゆるステレオ法により画像全体に渡る3次元の距離分布を算出し、その距離分布情報から、道路形状や立体物（車両や障害物等）の3次元位置を高速で検出する。

【0019】上記衝突判断部60は、走行領域設定手段、走行領域立体物抽出手段、衝突可能性評価手段および出力手段としての機能を有し、上記画像処理部50で検出された道路形状、車速センサ4、ヨーレートセンサ5、舵角センサ6からの入力データに基づいて、自車両1のこれからの走行経路を推定して自車両1の走行領域を設定し、この走行領域内とこの走行領域に掛かる全ての車両や障害物を上記画像処理部50で検出された複数の車両や障害物の中から抽出し、抽出した全ての車両や障害物について、後述する自車両1の衝突可能性の評価値として衝突危険度を算出する。そして、この衝突危険度の高いものが1つでもある場合は、ディスプレイ9に表示して運転者に警告を発し、図示しないブレーキの操作を促したり、図示しない自動ブレーキ装置等への作動信号を出力する。

【0020】上記画像処理部50及び上記衝突判断部60は、具体的には、図2に示すハードウェア構成となっている。また上記画像処理部50に接続される上記ステ

レオ光学系10は、例えば電荷結合素子(CCD)等の固体撮像素子を用いた左右1組のCCDカメラ10a、10bによって構成されている。

【0021】上記画像処理部50及び衝突判断部60は、上記ステレオ光学系10で撮像した画像を処理し、画像のような形態をした距離分布データ(距離画像)を出力するイメージプロセッサ20と、このイメージプロセッサ20からの距離画像を処理して道路形状や複数の立体物を検出し、衝突警報の判断処理を行なう画像処理用コンピュータ30とから構成されている。

【0022】上記イメージプロセッサ20は、上記ステレオ光学系10で撮像した2枚のステレオ画像対に対して微小領域毎に同一の物体が写っている部分を探索し、対応する位置のずれ量を求めて物体までの距離を算出する距離検出回路20aと、この距離検出回路20aの出力である距離分布データを記憶する距離画像メモリ20bとから構成されている。

【0023】また、上記画像処理用コンピュータ30は、主として道路形状を検出するための処理を行なうマイクロプロセッサ30aと、主として個々の立体物を検出する処理を行なうマイクロプロセッサ30bと、主として車両1の走行領域を設定し、この走行領域内あるいは、この走行領域に掛かる全ての車両や障害物について衝突危険度を算出して衝突危険性の判断処理を行なうマイクロプロセッサ30cとがシステムバス31を介して

$$X = a \cdot Z + b$$

実際には、上記(1)式の直線式により左右の白線をそれぞれ近似することになり、各区間毎に、進行方向左側の白線に対する直線式のパラメータaL、bLを求めるとともに進行方向右側の白線に対する直線式のパラメータaR、bRを求め、出力用メモリ35にストアする。

【0027】また、上記マイクロプロセッサ30bによる物体検出処理では、距離画像を格子状に所定の間隔で区分し、各領域毎に、走行の障害となる可能性のある立体物のデータのみを選別して、その検出距離を算出し、隣接する領域において物体までの検出距離の差異が設定値以下の場合は同一の物体と見なし、一方、設定値以上の場合は別々の物体と見なし、検出した物体の輪郭像を抽出する尚、以上のイメージプロセッサ20による距離画像の生成、及び、この距離画像から道路形状や物体を検出する処理については、本出願人によって先に提出された特開平5-265547号公報や特開平6-177236号公報等に詳述されている。

【0028】次に、本発明の実施の第1形態に係わる衝突判断処理について、上記マイクロプロセッサ30cで実行される図3のプログラムに従って説明する。

【0029】この衝突判断処理のプログラムでは、まず、ステップ(以下、「S」と略称)101で、後述する走行領域設定ルーチンに従って走行領域を設定する。

【0030】次にS102へ進み、ステレオ画像処理

並列に接続されたマルチマイクロプロセッサのシステム構成となっている。

【0024】そして、上記システムバス31には、上記距離画像メモリ20bに接続されるインターフェース回路32と、制御プログラムを格納するROM33と、計算処理途中の各種パラメータを記憶するRAM34と、処理結果のパラメータを記憶する出力用メモリ35と、上記ディスプレイ(DISPLAY)9を制御するためのディスプレイコントローラ(DISPLAY CONT.)36と、上記車速センサ4、上記ヨーレートセンサ5、上記舵角センサ6等からの信号を入力するI/Oインターフェース回路37とが接続されている。

【0025】上記マイクロプロセッサ30aによる道路検出処理では、距離画像メモリ20bに記憶された距離画像による3次元的位置情報を利用して実際の道路上の白線だけを分離して抽出し、内蔵した道路モデルのパラメータを実際の道路形状と合致するよう修正・変更して道路形状を認識する。

【0026】上記道路モデルは、認識対象範囲までの道路の自転車線を、設定した距離によって複数個の区間に分け、各区間毎に左右の白線を3次元の直線式で近似して折れ線状に連結したものであり、この3次元の直線式のパラメータa、bを求め、以下の(1)式に示す直線式を得る。但し、以下の(1)式は水平方向の直線式であり、ここでは垂直方向の直線式については省略する。

$$\dots (1)$$

(マイクロプロセッサ30bによる物体検出処理)で検出され、出力用メモリ35にストアされている複数の物体から最初の物体を選んで(例えば自車両1からの距離Ziが小さい順に選んで)、この最初の物体のデータ、すなわち自車両1からの距離Zi、自車両1からの距離Ziにおける物体の左端の位置XiL、右端の位置XiR、物体の速度Viのデータを読み込み、S103へ進む。

【0031】S103では、上記S101で設定した走行領域の距離Ziでの左端XL、右端XRと、上記物体の左端の位置XiL、右端の位置XiRとの比較を行う。そして、S104に進み、上記S103での比較結果に基づき物体が走行領域内または走行領域に掛かる物体か否かの判定を行う。

【0032】そして上記S104で、物体が走行領域内または走行領域に掛かる物体であると判定した場合はS105へと進む一方、物体が走行領域内または走行領域に掛かる物体ではないと判定した場合はS106にジャンプする。

【0033】上記S104で物体が走行領域内または走行領域に掛かる物体であると判定してS105へと進むと、この物体の車両1の衝突可能性の評価値として衝突危険度Kiを算出する。上記衝突危険度Kiは、例えば以下の(2)式により算出する。

$$K_i = 1.0 + (D_{wi} - Z_i) / D_{wi} \quad \dots (2)$$

上記(2)式中、 D_{wi} は警報車間距離で、図6に示す警報車間距離 D_{wi} 、自車両速度 V_e 、相対速度 V_{ri} ($=V_e - V_i$)の関係を示すマップを参照して求めるもので、他にマップを使わずに、予め設定しておいた実験式等により算出して求めても良い。図6のマップでは、上記警報車間距離 D_{wi} は対象とする物体との相対速度 V_{ri} が大きくなるほど、また自車両速度 V_e が大きくなるほど大きな値に設定され、対象とする物体、例えば先行車等が急ブレーキを行った際に、自車両1がブレーキをかけて十分間に合うような制動距離が考慮されたものに設定されている。

【0034】そして、上記(2)式により算出される衝突危険度 K_i は、立体物が警報車間距離 D_{wi} より遠方にいる場合は $(D_{wi} - Z_i) / D_{wi}$ の項が負になって1.0よりも小さくなるが、立体物が警報車間距離 D_{wi} 以内で接近してくると $(D_{wi} - Z_i) / D_{wi}$ の項が0～+1.0の範囲で変化するため1.0から最大2.0まで増加する。

【0035】上記S104で物体が走行領域内または走行領域に掛かる物体ではないと判定した場合、あるいは、上記S105で衝突危険度 K_i の算出を行ってS106へ進むと、今まで処理を行ってきた物体が最終の立体物(出力用メモリ35にストアされている複数の物体の最後の物体、例えば自車両1からの距離 Z_i が最も遠い物体)か否かの判定が行われ、最終立体物ではない場合はS107に進み、出力用メモリ35にストアされている複数の物体から次の物体(例えば自車両1からの距離 Z_i が次に小さい物体)を選んでこの物体のデータを読み込み、上記S103へと戻り、この新たな物体について処理を繰り返す。

【0036】また、上記S106で最終立体物と判定した場合は、S108へと進み、今まで処理したデータの中から衝突危険度 K_i が1.0以上の立体物の個数を求

$$Z_p = R \cdot \sin(V_e \cdot T_0 / R) \quad \dots (3)$$

$$X_p = R \cdot (1 - \cos(V_e \cdot T_0 / R)) \quad \dots (4)$$

但し、 T_0 は走行時間設定値(例えば、1sec)。

【0041】続くS203では、距離 Z_p における左右の白線の位置 S_L 、 S_R のX座標 X_L 、 X_R 、すなわち、 T_0 sec走行後の自車両の左右の白線の位置を求め、S204へ進む。左右の白線は、前述の(1)式に

$$X_L = a_L \cdot Z_p + b_L \quad \dots (5)$$

$$X_R = a_R \cdot Z_p + b_R \quad \dots (6)$$

S204では、以下の(7)式で示すように、点Pと左側白線の位置 S_L との距離 D_L を、点Pと白線との相対的な位置関係として求める。尚、ここで、左側の白線が

$$D_L = X_p - X_L$$

その後、上記S204からS205へ進み、現在から T_0 sec後までの走行経路を第1経路区間とし、 T_0 sec後以降の走行経路を第2経路区間とする走行領域を

める。

【0037】そして、S109へ進み、上記衝突危険度 K_i が1.0以上の立体物の個数を判定して1個以上ある場合、すなわち衝突の可能性が高く注意すべき物体が1つでもある場合はS110へ進み、運転者に注意を促すべくディスプレイ9に衝突警報を表示して運転者にブレーキ操作等を促し、また、図示しない自動ブレーキ装置と連動させる場合には、その作動信号を出力してルーチンを抜ける。

【0038】一方、上記S109で上記衝突危険度 K_i が1.0以上の立体物の個数が1つもないと判定した場合、すなわち衝突の危険性の高い物体は無いと判定した場合はS111へ進み、既に衝突警報が出ており、その後の操作で衝突の危険性が無くなった場合には、衝突警報を解除し、また、自動ブレーキ装置が作動している場合は、その作動を解除し、ルーチンを抜ける。

【0039】また、上記S101で行われる走行領域の設定は、例えば図4に示すフローチャートに従って行われる。まず、S201で舵角センサ6からの信号による舵角と車速センサ4からの信号による車速とを読み込み、現在の舵角と車速が保持されると仮定した場合の自車の走行経路を推定する。尚、この走行経路は、ヨーレートセンサ5からの信号と車速センサ4からの信号とに基づいて、現在の車両の走行状態(車速とヨーレート)が保持されると仮定し、推定しても良い。

【0040】次いで、S202へ進み、上記S201で求めた走行経路に沿って、予め設定した走行時間 T_0 sec(例えば、1sec)走行した場合の自車両の位置Pを求める。すなわち、図7に示すように、舵角あるいはヨーレートから算出される走行経路のカーブの半径Rを用い、点P(自車両の中心点の位置P)の座標(Z_p 、 X_p)を、以下の(3)、(4)式によって求める。

よって求められるため、距離 Z_p が含まれる道路の区間における左右の白線の直線式のパラメータ a_L 、 b_L 、 a_R 、 b_R をメモリから読み出し、以下の(5)、(6)式によって距離 Z_p における左右の白線の位置 S_L 、 S_R のX座標 X_L 、 X_R を計算する。

検出されない場合、あるいは、検出が不安定な場合には、右側の白線の位置 S_R との距離 D_R を求める。

$$\dots (7)$$

設定して、このサブルーチンを抜ける。前述したように、現在から T_0 sec後までは、現在の走行状態がそのまま継続すると仮定しており、図8に示すように、走

行経路のカーブの半径 R に基づいて算出される各時刻の自車の中心点に対し、自車の横幅の $1/2$ と若干の余裕 $\alpha/2$ （例えば、 $0.2\text{m} \sim 0.8\text{m}$ ）とを左右に加えた範囲を求め、この範囲を第1経路区間の走行領域とする。また、 $T0\text{ sec}$ 後以降については、第1経路区間の幅のまま、左側の白線と自車との相対的な位置関係 DL （あるいは、右側の白線と自車との相対的な位置関係 DR ）が一定となるような領域を第2経路区間として設定する。

【0042】このように走行領域を設定することで、例えば、図8に示すように、道路の左端にある障害物（駐車車両A）を避ける場合、運転者は道路の右寄りを走行して、障害物の脇をすり抜けるのが一般的であり、運転者が駐車車両Aを避けるようにハンドルを操作すれば、駐車車両Aが衝突判定に用いる走行領域内に入ることはなく、過度の警報を抑制することができる。

【0043】また、従来では、このようなハンドル操作に対して自車の走行経路がカーブ半径 R のまま延長され、車両Bが自車の走行領域内に入ってしまう、車両Bとの相対速度が負の状態（車両Bが接近してくる状態）では、衝突の危険があると判断されてしまうが、本発明では、 $T0\text{ sec}$ 後以降は車線と平行に走行すると仮定するため、実際のハンドル操作に対応して車両Bが自車の走行領域に入ることがなく、車両Bに衝突の危険は無いと判断されて不要な警報発生や自動ブレーキの作動等を回避することができる。

【0044】さらに、運転者が駐車車両Aを回避する際、右隣の車線を走行する車両Bの存在に気付かず、過剰にハンドルを操作すると、カーブ半径 R が小さくなって走行経路が図8の右側に移動し、車両Bが走行領域内に掛かってくるようになるため、車両Bに衝突の危険があると判断され、運転者の過剰なハンドル操作も的確に検出することができる。

【0045】すなわち、上述のように走行領域を設定することで、運転者のハンドル操作を的確に反映して自車両の進行路を予測することができ、障害物や先行車を適切に検出して不必要な警報を発することなく的確に衝突の危険性を判断することができるのである。

【0046】尚、上記走行領域の設定は、上述の例では、第1経路区間の長さを、予め設定した走行時間 $T0\text{ sec}$ 間の走行距離としたが、走行時間 T を走行速度 V_e に応じて変化させ、第1経路区間の長さを変化させて設定することもできる。

【0047】すなわち、一般走行では、通常、運転者は、走行速度 V_e が大きいときには、ゆっくりとしたハンドル操作を行い、走行速度 V_e が小さいときには、すばやいハンドル操作を行う傾向がある。従って、このような運転者の一般的な特性を反映させるべく、第1経路区間の長さを走行速度 V_e に応じて変化させるのである。ここで上記走行時間 T は、例えば走行速度 V_e に係

数 K を乗算して設定できる。この場合、上記係数 K は、例えば、 $0.05 \sim 0.1$ 程度の値であり、また走行時間 T の値に対しては、下限値（例えば、 0.8 sec ）、上限値（例えば、 2.0 sec ）を設定しても良い。

【0048】このようにすることで走行速度に依存した運転者の一般的特性をより緻密に走行経路の領域に反映することができ、通常の運転に、より合致した自然な衝突危険性の判断が可能となる。

【0049】また上記走行領域の設定は、例えば図5に示すフローチャートにより設定するものであっても良い。これはステレオ画像処理によって検出された左右の白線の位置と自車両の位置関係及び運転者のハンドルの操作状態等の情報によって車線変更の実施をより早い段階で検出し、走行領域の設定を行えるようにするものである。まず、S301、S302で前述の図4のフローチャートにおけるS201、S202と同様、現在の車両の走行状態が $T0\text{ sec}$ 間保持されると仮定した場合の自車の走行経路を推定し、この走行経路に沿って $T0\text{ sec}$ 間走行した場合の自車両の位置 P の座標（ Z_p 、 X_p ）を前述の（3）、（4）式によって求める。そして、S303で、前述のS203と同様、距離 Z_p における左右の白線の位置 SL 、 SR の X 座標 XL 、 XR を前述の（5）、（6）式によって求める。尚、上記S301、S302は、走行速度 V に応じて変化する走行時間 T で走行経路を推定しても良い。

【0050】次いで、S304へ進み、 $T0\text{ sec}$ 後の自車の位置 P の左右の白線に対する位置関係から車線変更を判断し、車線変更でないときには、S305、S306で前述と同様の走行領域を設定してサブルーチンを抜け、車線変更と判断したとき、S307、S308による車線変更の処理へ分岐する。

【0051】車線変更の判断は、点 P が左側の白線の対応する点 SL より左側であれば、左側への車線変更開始と判断し、また、図9に示すように、点 P が右側の白線の対応する点 SR より右側であれば、右側への車線変更開始と判断する。また、車線変更の終了は、検出される左右の白線の位置と自車両との位置関係を分析して判断し、自車両が全て左または右側の車線に移動したと判断されるとき、走行領域の設定を上記S305、S306による通常の設定に戻す。

【0052】車線変更のとき、S307では、点 P と車線変更する側に対して反対側の白線との相対的な位置関係を求め、S308で車線変更に対する走行領域を設定してサブルーチンを抜ける。例えば、右車線に車線変更していると検出された場合、図10に示すように、現在から $T0\text{ sec}$ 後までは、現在の走行状態がそのまま継続すると仮定し、走行経路のカーブの半径 R に基づいて算出される各時刻の自車の中心点に、自車の横幅の $1/2$ と若干の余裕 $\alpha/2$ （例えば、 $0.2\text{m} \sim 0.8\text{m}$ ）

とを加えて第1経路区間の左側の境界とし、点Pと左側白線の位置SLとの距離DLが一定となるよう第2経路区間の左側の境界を定める。さらに、車線変更する側(右側)の境界は、第1経路区間から第2経路区間に渡って右隣の車線全体を含むように設定する。

【0053】この場合、第1経路区間の長さはT0 sec間の走行距離として設定されるが、車線変更時、一般的には、右回転→左回転あるいは左回転→右回転と連続的な操舵がなされるため、T0 sec間は現在のハンドル操作または走行状態が継続すると仮定するのは、あまり正確ではない。従って、このような運転者のハンドル操作における不確定な要因を考慮し、車線変更する右隣あるいは左隣の車線全体に走行領域を拡大するのである。

【0054】このように走行領域を設定すれば、図10に示すような駐車車両Aを回避するための車線変更に対し、駐車車両Aは対象外として除外され、車線変更の実施をより早い時点で検出することができる。しかも、走行領域を車線変更側の車線全体に拡大するため、車線変更側の車線上の車両Bやその他の障害物等を的確に検出することができる。

【0055】本発明の実施の第1形態によれば、例えば図11に示すような、前方に駐車車両M0と先行車M1があり、自車両1の運転者が駐車車両M0に対する注意が十分でなく走行領域が略そのまま直線に延長して設定されるような場合であっても、先行車M1以外の駐車車両M0に対しても接触可能性の判定が行われるので運転者に対して確実に警報を発することができ、信頼性が高い。

【0056】すなわち、図11に示す状況で、自車両1及び先行車M1が40km/hの速度で走行していた場合を想定すると、先行車M1に対する警報車間距離DwM1は、相対速度が0km/hであるから図6を参照して約3m、一方、駐車車両M0に対する警報車間距離DwM0は、相対速度が40km/hであるから同様に図6を参照して約25mとなる。

【0057】先行車M1との車間距離が15mの場合には、先行車M1は衝突警報の対象外である。ここで、最も近い物体のみを衝突警報の対象とする従来の技術では、先行車M1が駐車車両M0を通過すると、始めて駐車車両M0に対して衝突警報が発せられる。この時点での駐車車両M0と自車両1との距離は約15mであり、本来、衝突警報が発せられるべき距離である25mに対して大きく遅れており、有効に衝突防止することができない。一方、本発明の実施の第1形態によれば、先行車M1と駐車車両M0の両方が始めから衝突警報の対象となっているので、駐車車両M0と自車両1との距離が25mに接近した時点で衝突警報が発せられて運転者は有効に衝突回避ができる。

【0058】また、本発明の実施の第1形態では、走行

領域内とこの走行領域に掛かる全ての立体物の衝突可能性の評価を、停止物、移動物等と分類することなく、一括して衝突危険度で判定するようにしているため演算処理が速く正確に素早い判定ができる。

【0059】次に、図12～図15は本発明の実施の第2形態に係わり、図12は衝突防止装置の構成図、図13は衝突防止装置の回路ブロック図、図14は衝突判断処理のフローチャート、図15は1次警報のフローチャートである。一般に、この種の警報には、車間距離が十分に取られていない場合などに安全運転の注意を促す1次警報と、衝突の危険性が高いことを報知する2次警報とがある。本第2形態は、前記第1形態に加えて、先行車に対してのみ衝突判断して警報を出力できる機能を有し、上記第1形態の衝突判断を2次警報処理とするとともに、この2次警報解除の場合に上記追加の機能を1次警報処理として行うものである。

【0060】すなわち、図12に示すように、衝突防止装置2は、ステレオ光学系10、画像処理部50、及び、この画像処理部50で認識した道路形状や障害物、先行車等立体物のデータから衝突の可能性を判断する衝突判断部70等からなる。そして、上記画像処理部50及び上記衝突判断部70に、車速センサ4、ヨーレートセンサ5、舵角センサ6等のセンサが接続され、ディスプレイ9へ上記衝突判断部70から出力される衝突警報等が表示されるようになっている。

【0061】上記衝突判断部70は、走行領域設定手段、走行領域立体物抽出手段、衝突可能性評価手段および出力手段としての機能を有し、上記画像処理部50で検出された道路形状、車速センサ4、ヨーレートセンサ5、舵角センサ6からの入力データに基づいて、自車両1のこれからの走行経路を推定して自車両1の走行領域を設定し、この走行領域内あるいはこの走行領域に掛かる全ての車両や障害物を上記画像処理部50で検出された複数の車両や障害物の中から抽出する。そして抽出した全ての車両や障害物について衝突危険度を算出し、この衝突危険度の高いものが1つでもある場合は、ディスプレイ9に表示して運転者に警告を発し、図示しないブレーキの操作を促したり、図示しない自動ブレーキ装置等への作動信号を出力する。この衝突判断の処理は前記第1形態で説明した衝突判断と同一であり、2次警報の処理として行う。一方、この2次警報処理で警報解除の際に、上記走行領域内あるいはこの走行領域に掛かる全ての車両や障害物の中から自車両1に最も距離が近い立体物(本第2形態では先行車に限定する)を特定し、この先行車との距離が設定距離以上近づいた場合に上記ディスプレイ9に表示して運転者に1次警告を発する1次警報処理を行うようになっている。

【0062】上記画像処理部50及び上記衝突判断部70のハードウェア構成は、具体的には、図13に示すようになっており、画像処理用コンピュータ30は、主と

して道路形状を検出する処理を行なうマイクロプロセッサ30aと、主として個々の立体物を検出するための処理を行なうマイクロプロセッサ30bと、主として車両1の走行領域を設定し、この走行領域内あるいはこの走行領域に掛かる全ての車両や障害物について衝突危険度を算出して衝突危険性の判断処理を行なうマイクロプロセッサ40cとがシステムバス31を介して並列に接続されたマルチマイクロプロセッサのシステム構成となっている。

【0063】次に、本発明の実施の第2形態に係わる衝突判断処理について、上記マイクロプロセッサ40cで実行される図14のプログラムに従って説明する。

【0064】この衝突判断処理のプログラムでは、まず、S401で2次警報の判断処理を行い、S402へ進み、2次警報処理の結果が解除か否かの判定が行われる。

【0065】そして、上記S402の判定の結果、警報解除の場合はS403へ進んで1次警報処理を行ってプログラムを抜ける一方、警報出力の場合は上記S401の2次警報の判断処理のみを繰り返す行う。

【0066】このため本発明の実施の第2形態では、全ての立体物に対しては2次警報処理の判定を、先行車に対しては1次警報処理の判定を行うように区別しているため、1次警報が全ての立体物を対象として頻繁に発せられることなく先行車に対してのみ行われて適切な警報になる。

$$Xs = -Vis(n)^2 / (2 \cdot \alpha_{ismax}) + (Ve^2 / (2 \cdot \alpha_{emax}) + Ve \cdot Ts') \dots (8)$$

ここで、 α_{emax} は自車両の設定最大減速度、 α_{ismax} は先行車の設定最大減速度である。

【0072】そして、S507へ進み、自車両と先行車との距離 $Xk1$ と安全車間距離 Xs とを比較して、先行車との距離 $Xk1$ が安全車間距離 Xs 以下($Xs \leq Xk1$)になるとS508へ進み、運転者に注意を促すべくディスプレイ9に衝突警報を表示してルーチンを抜ける。

【0073】一方、上記S507で、先行車との距離 $Xk1$ が安全車間距離 Xs より大きな場合($Xs > Xk1$ の場合)はS509へ進み、既に衝突警報が出ており、その後の操作で衝突の危険性が無くなった場合には、衝突警報を解除し、ルーチンを抜ける。

【0074】このように、1次警報は先行車の減速に応じて安全車間距離が設定され、例えば、先行車が所定の値より大きな減速度で減速した場合、すなわち急減速した場合は安全車間距離が長く設定され、警報の作動が早められるので安全が確保される。一方、先行車を追い越すため自車両を加速させ先行車との相対速度に変化が生じるような場合は、警報の作動が早められることがないので、運転者の意志が反映され自然で使いやすいものになっている。

【0075】尚、本発明の実施の第2形態では、1次警

【0067】上記2次警報処理は前記第1形態と略同じであるため説明を省略する。また、上記1次警報の例を図15に示すフローチャートで説明する。

【0068】まず、S501では、走行領域内あるいはこの走行領域に掛かる全ての立体物(2次警報処理により求められている;図3のS101~S106)の中から先行車を特定する。

【0069】次いでS502へ進み、上記先行車の減速度 α を算出する。この先行車減速度 α は、前回求めたこの先行車の速度 $Vis(n-1)$ から新しい先行車速度 $Vis(n)$ を減じ、これを計測時間 Δt で除して求められる。

【0070】その後、S503へ進み、上記先行車減速度 α と予め実験等により設定しておいた基準減速度 α_k と比較し、上記先行車減速度 α が上記基準減速度 α_k 以上で先行車が大きく減速する場合はS504へ進み、後述する安全車間距離 Xs に用いる猶予時間 Ts' を通常の猶予時間 $Ts1$ に時間増分 ΔT (いずれも予め設定しておいた時間)を加えた値($Ts' \leftarrow Ts1 + \Delta T$)に設定する。一方、上記先行車減速度 α が上記基準減速度 α_k に満たない(先行車が大きな減速をしていない)場合は、S505に進んで、猶予時間 Ts' を通常の猶予時間 $Ts1$ ($Ts' \leftarrow Ts1$)に設定する。

【0071】上記S504あるいはS505で猶予時間 Ts' の設定を終えると、S506へ進み、次の(8)式に基づき安全車間距離 Xs の算出を行う。

報を上述のような例で説明したが、他の例で構成しても良く、例えば、前記第1形態の衝突危険度を用いて、すなわち先行車についての衝突危険度を求め、この衝突危険度で制御するようなものでも良い。

【0076】次に、図16は本発明の実施の第3形態に係わり、衝突防止装置の構成図である。本形態の車両100に搭載される衝突防止装置101は、2台のカメラによるステレオ画像処理に代えて、単眼のCCDカメラ102と、所定の走査範囲で一定の間隔毎にレーザビームを投光・受光するスキャン式レーザレーダ103との組み合わせにより、車外の障害物や先行車両等を認識して衝突判断を行うものである。

【0077】このため、本第3形態では、前述の第1形態に対し、ステレオ光学系10に代えて採用する単眼のCCDカメラ102からの信号、及び、スキャン式レーザレーダ103からの信号を画像処理部110で処理するようにしている。すなわち、上記スキャン式レーザレーダ103からレーザビームを投射し、この投射したレーザビームが物体に当たって反射してくる光を受光するまでの所要時間から物体までの距離を測定する処理を繰り返すことで前方の複数の障害物や車両の2次元分布を求めるとともに、上記CCDカメラ102によって撮像

した画像を解析して左右の白線の位置を検出する。

【0078】そして、上記画像処理部110からの情報、車速センサ4、ヨーレートセンサ5、舵角センサ6からの入力データに基づいて、前述の第1形態と同様、衝突判断部60で自車両のこれからの走行経路を推定し、検出された複数の車両や障害物の中から追従走行すべき先行車や衝突の危険のある物体を特定して衝突判断を行う。

【0079】本第3形態においても、前述の各形態と同様、運転者のハンドル操作を的確に反映して自車両の進行路を予測することができ、障害物や先行車を適切に検出して不必要な警報を発することなく的確に衝突の危険性を判断することができる。

【0080】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、自車両の走行状態と、自車両の走行方向の道路形状と立体物を検出し、上記自車両の走行状態と道路形状の検出結果に基づき自車両の走行領域を設定して、この走行領域内あるいはこの走行領域に掛かる全ての立体物を抽出し、この抽出した全ての立体物について予め設定しておいた演算を行い、それぞれの立体物に対して自車両の衝突可能性を評価し、この衝突可能性に基づき所定に制御出力するので、自車両の走行方向に存在する複数の車両や障害物との衝突の可能性を的確かつ素早く評価して確実な衝突防止を図ることができ信頼性が向上するという優れた効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の第1形態に係わり、衝突防止装置の構成図

【図2】同上、衝突防止装置の回路ブロック図

【図3】同上、衝突判断処理のフローチャート

【図4】同上、走行領域設定ルーチンのフローチャート

【図5】同上、走行領域設定ルーチンの他の例のフローチャート

【図6】同上、警報車間距離-自車両速度-相対速度の関係のマップの説明図

【図7】同上、T0秒走行後の自車両の位置を示す説明図

【図8】同上、走行領域を示す説明図

【図9】同上、図5の例による車線変更の検出を示す説明図

【図10】同上、図5の例による走行領域を示す説明図

【図11】同上、前方に駐車車両と先行車とが存在する場合の説明図

【図12】本発明の実施の第2形態に係わり、衝突防止装置の構成図

【図13】同上、衝突防止装置の回路ブロック図

【図14】同上、衝突判断処理のフローチャート

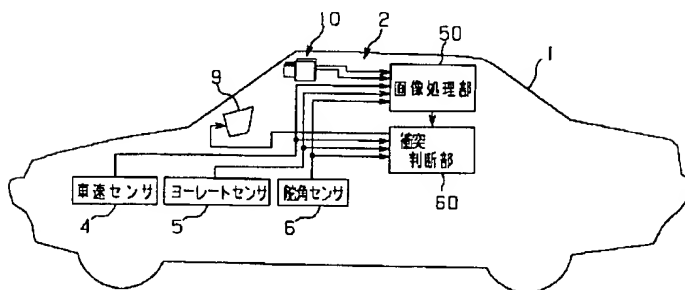
【図15】同上、1次警報のフローチャート

【図16】本発明の実施の第3形態に係わり、衝突防止装置の構成図

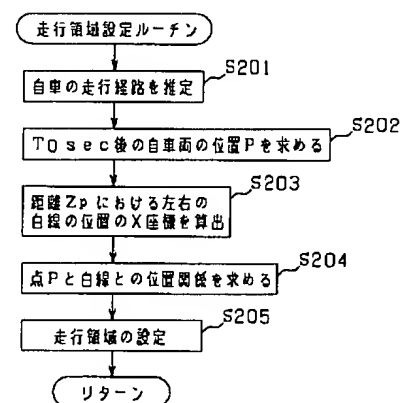
【符号の説明】

- 1 …車両（自車両）
- 2 …衝突防止装置
- 4 …車速センサ
- 5 …ヨーレートセンサ
- 6 …舵角センサ
- 9 …ディスプレイ
- 10 …ステレオ光学系
- 50 …画像処理部
- 60 …衝突判断部

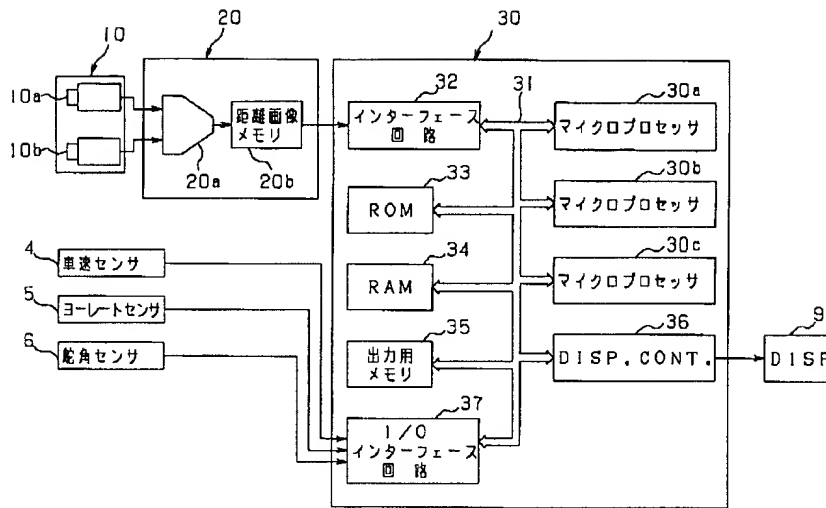
【図1】



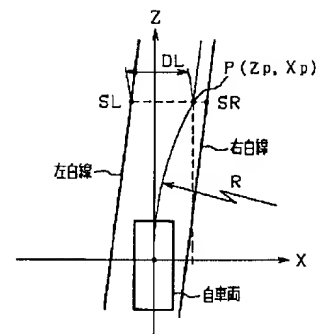
【図4】



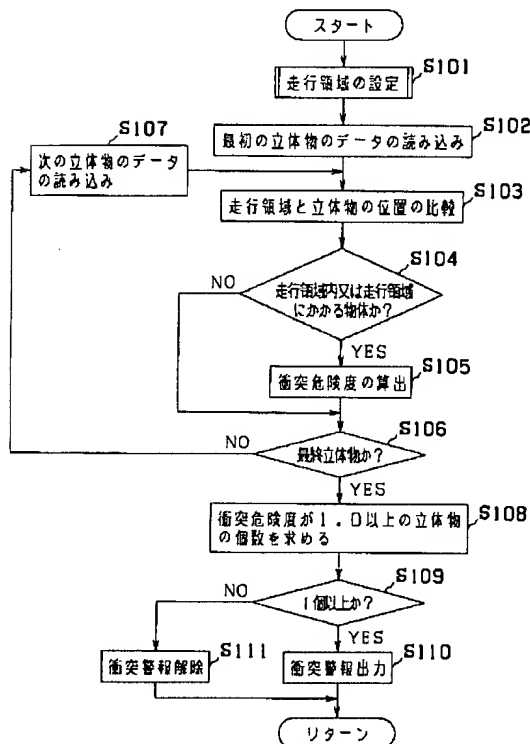
【図2】



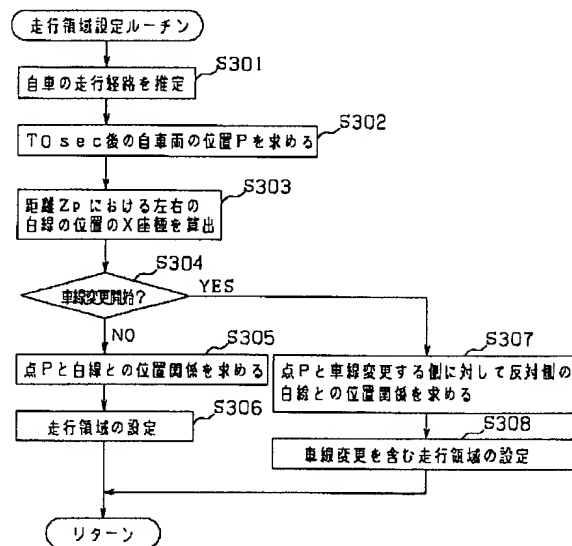
【図7】



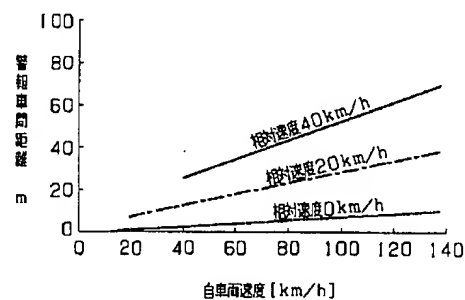
【図3】



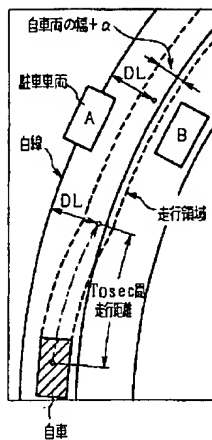
【図5】



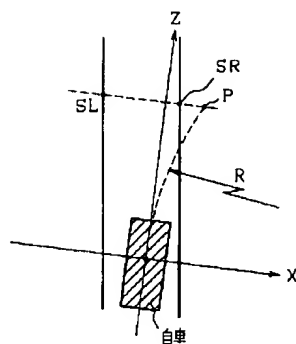
【図6】



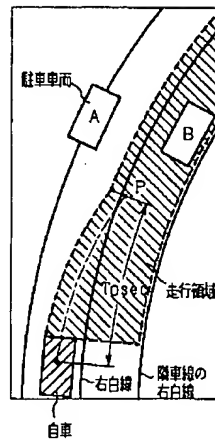
【図8】



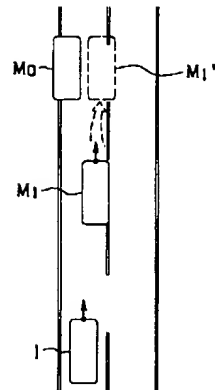
【図9】



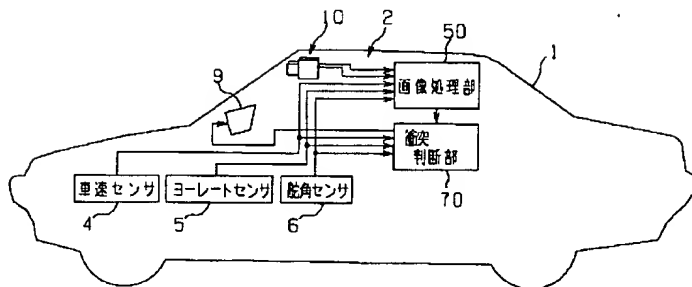
【図10】



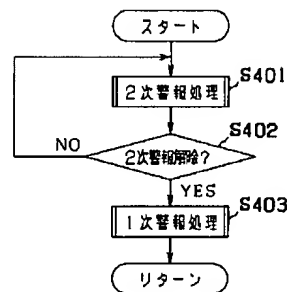
【図11】



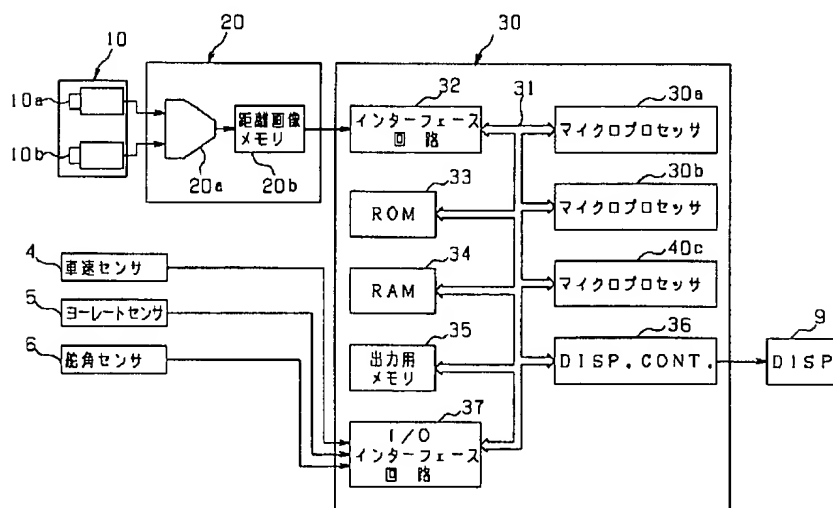
【図12】



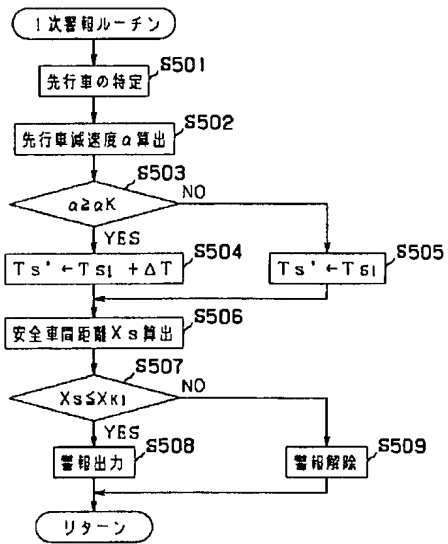
【図14】



【図13】



【図15】



【図16】

